

ANALISA PENILAIAN RISIKO OTOT PADA POSTUR KERJA BAGIAN KAKI MENGGUNAKAN *SURFACE ELECTROMYOGRAPHY*

Indah Pratiwi^{1,2)}, Purnomo³⁾, Rini Dharmastiti³⁾, Lientje Setyowati³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Doktor Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

²⁾Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta

³⁾Staf Pengajar Program Doktor Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
e-mail: Indah.Pратиwi@ums.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur aktivitas otot pada tubuh bagian bawah yaitu postur kerja bagian kaki. Pengukuran dilakukan pada saat pekerja melakukan aktivitas pembuatan gerabah pada posisi duduk. Pengukuran menggunakan *surface electromyography* dan membedakan jenis kelamin antara laki-laki dan perempuan. Langkah penelitian adalah (1) hasil capture pekerja terdapat lima postur duduk, (2) penentuan otot yang berpengaruh, yaitu: otot *vastus lateralis*, otot *vastus medialis*, otot *tibialis anterior*, otot *gastrocnemius medial part*, otot *soleus*, otot *biceps femoris* (3) mengukur aktivitas otot dengan postur duduk diam selama 5 detik, (4) dilakukan pengukuran aktivitas otot menggunakan sEMG, (5) menghitung menggunakan *root mean square*, (6) menghitung nilai indeks dengan postur dasar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gangguan bioelektrik otot pada tubuh bagian bawah pada postur kerja bagian kaki paling sering disebabkan karena terjadi indeks penyimpangan postur pada: (1) bagian kaki mengalami gerakan *medial tracking* dan bagian tumit mengalami *plantar flexion* yang membuat otot VL angka indeksnya menjadi paling tinggi, (2) bagian lutut mengalami gerakan *flexion 165°* dan tumit *dorsiflexion* yang membuat otot TA angka indeksnya cukup tinggi, (3) bagian lutut mengalami gerakan *flexion sudut 90°*, sudut *155°* dan tumit *dorsiflexion* membuat otot VL angka indeksnya cukup tinggi.

Kata Kunci: Postur Kerja Bagian Kaki, sEMG, Jenis Kelamin, Root Mean Square

PENDAHULUAN

Perulangan gerakan yang tinggi, beban kerja yang berat, mengangkat, postur kerja yang salah, dan serta adanya getaran terhadap keseluruhan tubuh merupakan faktor resiko yang menyebabkan meningkatnya *work-related musculoskeletal disorders* (WMSDs) (Lei *et al.*, 2005, Heinrich, 2008). Pekerja sering mengalami kelelahan dengan sikap statis dan dilakukan berulang tanpa memperhatikan postur yang tepat sehingga beresiko mengalami WMSDs, biasanya WMSDs dirasakan setelah keluhan terakumulasi dan bisa mengganggu kesehatan para pekerja. Penyebab timbulnya WMSDs dikarenakan oleh lingkungan kerja yang tidak sesuai dengan kondisi normal sehingga menyebabkan pekerja melakukan pergerakan tubuh yang melebihi batas kemampuan otot.

Pada penelitian ini pendekatan ergonomi dilakukan dengan melakukan pengukuran aktivasi otot menggunakan sEMG dan pengukuran indeks simpangan nilai RMS pada postur kerja bagian tangan dan postur kerja bagian kaki pada pekerja gerabah dengan mempertimbangkan aspek tubuh bagian atas dan tubuh bagian bawah.

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang muncul adalah : Bagaimanakah aktivasi otot pada postur kerja bagian tangan dan postur kerja bagian kaki menggunakan sEMG.

TEORI

Elektromiografi (EMG) adalah teknik untuk mengevaluasi dan rekaman aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot rangka. EMG dilakukan menggunakan alat yang disebut *Electromyograph*, untuk menghasilkan rekaman yang disebut *Elektromiogram*. Metode

untuk pengukuran, menampilkan, dan penganalisaan setiap signal listrik (*electrical signals*) dengan menggunakan bermacam-macam elektroda. Kontraksi serabut otot (*muscle fibre contraction*) selalu diikuti dengan aktivitas listrik (*electrical activity*). Sebuah sinyal EMG berasal dari sinyal serabut otot pada jarak tertentu dari elektroda (Luttman, 1996). Sebuah EMG mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan oleh sel-sel otot ketika sel-sel elektrik atau neurologis diaktifkan. Sinyal dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis, tingkat aktivasi, perintah rekrutmen atau untuk menganalisis biomekanik kondisi manusia atau hewan. Begitu banyak manfaat yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang sehingga dipilih EMG sebagai objek penelitian ini.

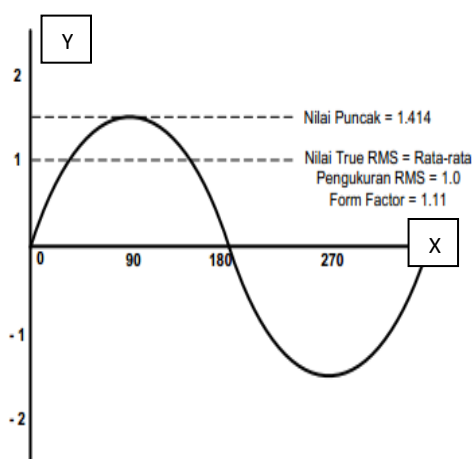
Penerapan sEMG untuk mendeteksi dan mengevaluasi kelelahan otot lokal telah berkembang peralatan khusus untuk *monitoring real-time* berdasarkan pergeseran spektrum daya. Kelelahan merupakan konsekuensi dari gerakan dan latihan (*training* olahraga, kinesiologi rehabilitasi, *ergonomic*) untuk mengukur kelelahan otot yang dihasilkan dari *isometric*, yaitu konstan (statis) kontraksi otot (Cifrek *et al.*, 2009).

Pada sistem digital modern, terdapat dua indikator *amplitude* sEMG yang digunakan, adalah: *Mean Absolut Value* (MAV) atau disebut juga *Average Rectified Value* (ARV) dan *Root Mean Square* (RMS) (Cifrek *et al.*, 2009), dimana rumusnya adalah:

Nilai RMS dikenal sebagai rata-rata kuadrat (*quadratic mean*) merupakan pengukuran besarnya kuantitas yang bervariasi. Hal ini berguna untuk suatu variabel memiliki harga positif dan negatif misalnya sinusoidal.

$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 \dots + X_n^2}{n}} \quad (3.1)$$

Nilai RMS dari seperangkat nilai (fungsi kontinu) akar kuadrat dan aritmatika *mean* (rata-rata) dari kuadrat nilai asli (atau kuadrat dari fungsi yang mendefinisikan bentuk gelombang kontinu). Dengan mengkuadratkan besarnya harga sesaat kemudian merata-ratakannya dan mengambil akar dari harga rata-rata ini, dapat ditentukan harga efektifnya setiap gelombang bolak-balik seperti gelombang sinusoidal.



Gambar 1. Gelombang sinusoidal murni

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

1. Variabel terikat atau *variable dependent*, dimana tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain. Pada penelitian ini, yang termasuk dalam variabel terikat adalah postur kerja bagian kaki sebanyak 5 postur.

2. Variabel bebas atau *variable independent*, dimana tipe variabel yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh *variable independent*. Pada penelitian ini, yang termasuk dalam variabel bebas adalah: Aktivasi otot pada postur kerja bagian kaki berupa nilai RMS, yaitu: VL, VM, TA, GM, SO, BF.

Alat dan bahan yang digunakan penelitian ini meliputi:

- a. *Surface Electromyograph* (sEMG), digunakan untuk mengukur sinyal bioelektrik pada otot ketika melakukan aktivitas dengan cara menempelkan elektroda pada permukaan kulit
- b. *Microsoft Excel*, digunakan untuk menghitung rata-rata hasil sinyal sEMG dan menghitung RMS
- c. *Camera video fujifilm finepix S*, digunakan untuk mengambil gambar berupa video kemudian dilakukan *capture* gambar

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

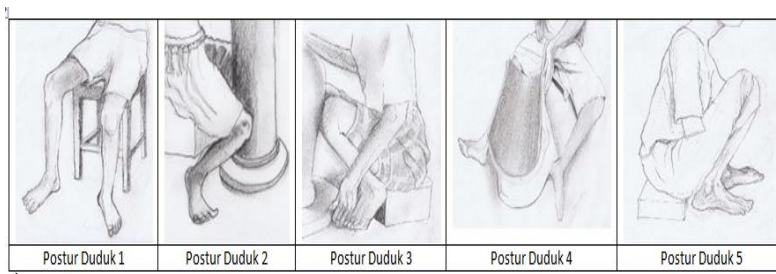
1. Tahap Pengambilan Gambar Video, *Capture* dan Pemilihan Postur Kerja
2. Tahap Penentuan jenis gerakan dan sudut tiap segmen pada postur kerja bagian tangan dan postur kerja bagian kaki.
3. Tahap Pengukuran aktivitas otot menggunakan sEMG
4. Tahap perhitungan nilai RMS dan indeks simpangan nilai RMS
5. Tahap Analisis Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Postur Kerja Bagian Kaki

Perubahan postur pada bagian bawah tubuh akan berpengaruh terhadap aktivitas otot pada bagian bawah tubuh, yaitu otot VL, otot VM, otot TA, otot GM, otot SO, otot BF. Penyesuaian postur ini untuk menjaga koordinasi yang tepat antara tubuh dan lingkungannya sehingga memungkinkan untuk dapat penyelesaian tugas dengan baik (Kim *et al.*, 2011).

Hasil *capture* tubuh bagian bawah, terdapat lima posisi duduk yang berbeda pada pekerja ketika melakukan aktivitas pada lima stasiun kerja (Gambar 2).



Gambar 2. Kondisi Postur Kerja Bagian Kaki

1. Postur kaki dengan kondisi lutut *flexion*

Postur kerja bagian kaki untuk postur 1 sampai postur 5 kondisi kaki adalah tertopang karena kedua kaki berada menyentuh lantai dan dapat menopang seluruh tubuh. Berat beban badan dapat tersebar merata diseluruh tubuh karena posisi kaki yang dapat menopang tubuh. Postur kerja bagian kaki adalah stabil karena kondisi duduk dengan kedua kaki menyentuh lantai. Sudut yang dibentuk oleh lutut berbeda-beda tergantung pada kondisi duduknya. Postur 1 yaitu duduk netral diatas kursi, sudut lutut yang dibentuk

adalah *flexion* 90° , dimana antara paha dan betis berada pada sudut 90° *flexion*. Postur 2 pekerja duduk di kursi tetapi lutut ditekuk dengan sudut fleksi 120° diantara paha dan betis. Hal ini disebabkan karena tempat duduk yang digunakan lebih rendah dari tinggi popliteal sehingga lutut kaki ditekuk. Postur 3 adalah pekerja duduk dilantai karena benda kerjanya rendah, sudut yang dibentuk oleh lutut adalah *flexion* 45° . Postur 4 adalah duduk diatas dingklik dengan ketinggian dingklik 20 cm karena benda kerjanya tidak terlalu tinggi dan juga menggunakan alat putar dimana tangan yang digunakan untuk memutarnya. Sudut yang dibentuk oleh lutut adalah sudut *flexion* 155° . Pada postur 5 yaitu duduk jongkok dimana pekerja duduk tanpa alas duduk dan sudut yang dibentuk lutut antara paha dan betis berhimpit membentuk sudut *flexion* 165° .

2. Postur kaki dengan kondisi kaki *abduction*

Posisi kaki ada dua bagian gerakan yaitu: gerakan netral/*medial rotation/lateral rotation* dan gerakan *abduction/adduction*.

- a. Gerakan netral adalah posisi kaki lurus kedepan sejajar antara paha dan betis dan tidak ada gerakan memutar. Gerakan *medial rotation* adalah gerakan memutar kedalam mulai dari bagian paha sampai pada bagian betis sedangkan gerakan *lateral rotation* adalah gerakan memutar keluar dimulai dari bagian paha sampai pada bagian betis.
- b. Gerakan *abduction* adalah gerakan kaki dimulai dari berhimpitnya kaki kemudian bergerak mulai dari paha dan betis ke posisi keluar dari tubuh, sedangkan gerakan *adduction* dimulai dari berhimpitnya kaki kemudian bergerak kearah dalam sehingga bertumpuk.

Postur 1, postur 2, postur 3, dan postur 5 posisi kaki adalah netral, sedangkan postur 4 posisinya adalah *medial rotation*. Sedangkan kelima postur tersebut posisinya adalah *abduction*.

3. Postur kaki dengan kondisi tumit

Dorsiflexion adalah gerakan tumit menekuk kearah atas dimana telapak kaki mendekati kaki, sedangkan gerakan *plantar flexion* dimana gerakan tumit menekuk kearah bawah sehingga telapak kaki menjauhi kaki. Pada postur 1 posisi tumit adalah netral, postur 2, postur 3, dan postur 5 posisi tumit *dorsiflexion*, sedangkan postur 4 posisi tumit *plantar flexion*.

4. Postur kaki dengan kondisi telapak kaki

Posisi telapak kaki ada tiga, adalah: netral yaitu telapak kaki lurus kedepan, *eversion* posisi telapak kaki menekuk kearah dalam, dan posisi *inverter* dimana posisi telapak kaki menekuk kearah luar. Pada postur 1, postur 2, postur 3, dan postur 5 posisi telapak kaki adalah netral, postur 3 posisi telapak kaki adalah *eversion*.

Hasil Sinyal sEMG dan Perhitungan RMS Postur Kerja Bagian Kaki

Hasil dari pengukuran aktivitas otot menggunakan sEMG diperoleh sinyal EMG dimana sinyal tersebut menunjukkan aktivitas otot yang dipengaruhi oleh postur kerja. Pengambilan data menggunakan gerakan diam, responden diukur aktivitas ototnya selama 5 detik. Masing-masing otot menunjukkan sinyalnya, sinyal ini kemudian dikonversi dalam angka pada *microsoft excel* yang selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata RMS.

Tabel 1. Nilai RMS untuk Postur Kerja Bagian Kaki (μV)

		Postur				
		1	2	3	4	5
Vastus Lateralis	Laki-laki	27,59*	78,62*	90,65*	53,51	95,90
	Perempuan	24,76	75,18	87,42	51,17	94,91
Vastus Medialis	Laki-laki	22,72	36,69	61,31	124,88*	84,31
	Perempuan	23,87	26,91	52,29	116,50"	74,50
Tibialis Anterior	Laki-laki	26,15	55,67	47,99	46,28	129,69*
	Perempuan	23,66	49,46"	44,55"	39,83	103,57"
Gastrocnemius Medial part	Laki-laki	23,66	25,42	32,42	84,74	34,51
	Perempuan	15,99"	24,42	31,75	77,62	33,57
Soleus	Laki-laki	7,88	10,47	23,06	30,01	24,86
	Perempuan	6,36	13,50	20,03	28,86	23,42
Biceps Femoris	Laki-laki	17,07	21,56	22,23	34,42	30,01
	Perempuan	13,45	14,83	17,26	19,90	21,79

Keterangan: Nilai RMS tertinggi (*Laki-laki dan "perempuan)

Indeks Simpangan Nilai RMS Postur Kerja Bagian Kaki

Analisis nilai kecenderungan menggunakan postur dasar (*base posture*) sebagai postur pembandingan, Tren dalam indeks dihitung dengan memilih postur netral sebagai dasar perbandingan. Postur dasar adalah postur netral dari seluruh postur yang dianalisis. Postur dasar diberi nilai 0, data postur lainnya dibandingkan dengan data postur dasar.

Tabel 2. Indeks Simpangan Nilai RMS Postur Kerja Bagian Kaki

		Postur				
		1	2	3	4	5
Vastus Lateralis	Laki-laki	0	51,02*	63,06*	25,92	68,31
	Perempuan	0	50,44"	62,68"	26,44	70,17
Vastus Medialis	Laki-laki	0	13,97	38,60	102,16*	61,59
	Perempuan	0	3,04	28,42	92,63"	50,52
Tibialis Anterior	Laki-laki	0	29,52	21,84	20,13	103,54*
	Perempuan	0	25,80	20,89	16,71	79,91"
Gastrocnemius-medial part	Laki-laki	0	1,77	8,77	61,08	10,85
	Perempuan	0	8,43	15,76	61,63	17,59
Soleus	Laki-laki	0	2,59	15,18	22,13	16,98
	Perempuan	0	7,14	13,67	22,50	17,06
Biceps Femoris	Laki-laki	0	4,49	5,16	15,35	12,94
	Perempuan	0	1,38	3,81	6,46	8,32


Keterangan: Nilai tertinggi untuk masing-masing postur (*laki-laki, "perempuan)

Pembahasan

Urutan indeks simpangan nilai RMS dari paling besar hingga yang terkecil untuk postur kerja bagian kaki (Tabel 2), dapat menunjukkan nilai ketidaknyamanan, adalah:

1. Indeks simpangan nilai RMS dengan nilai risiko otot ke 5 terdapat pada postur 4 yaitu duduk dilantai dengan kaki tertekuk, nilai indeks terbesar pada postur 4 dengan kontribusi otot yang mempengaruhi adalah otot VL dengan nilai indeks 5,50 untuk laki-laki dan 4,88 untuk perempuan. Nilai RMS tertinggi juga pada otot VM yaitu 124,88 μV untuk laki-laki dan 116,50 μV untuk perempuan. Otot VM dapat mempengaruhi gerak pada lutut *medial tracking* (Criswell, 2011). Postur 4 sikap duduk nilai indeks yang tinggi diindikasikan dipengaruhi oleh lutut *medial tracking*, telapak kaki *plantar flexion* dan kaki *flexion* 45°.
2. Indeks simpangan nilai RMS dengan nilai risiko otot ke 4 terdapat pada postur 5 yaitu duduk diatas kursi dengan ketinggian 10 cm dengan kontribusi otot yang mempengaruhi adalah otot TA dengan nilai indeks 3,96 untuk laki-laki dan 3,38 untuk

- perempuan. Nilai RMS tertinggi juga pada otot TA yaitu 129,69 μV untuk laki-laki dan 103,57 μV untuk perempuan. Otot TA dapat mempengaruhi gerak pada telapak kaki yaitu gerakan *dorsiflexion* (Criswell, 2011). Postur 5 sikap duduk nilai indeks yang tinggi diindikasikan dipengaruhi telapak kaki *dorsiflexion* dan lutut *flexion* 155°.
3. Indeks simpangan nilai RMS dengan nilai risiko otot ke 3 terdapat pada postur 2 yaitu duduk di atas kursi dengan ketinggian 30 cm dengan kontribusi otot yang mempengaruhi adalah otot VL dengan nilai indeks 1,85 untuk laki-laki dan 2,04 untuk perempuan. Nilai RMS tertinggi juga pada otot VL yaitu 78,62 μV untuk laki-laki dan 75,18 μV untuk perempuan. Otot VL dapat mempengaruhi gerak pada kaki yaitu gerakan *flexion* dan lutut *extension* (Criswell, 2011). Postur 2 sikap duduk nilai indeks yang tinggi diindikasikan dipengaruhi telapak kaki *dorsiflexion* dan lutut *flexion* 90°.
 4. Indeks simpangan nilai RMS dengan nilai risiko otot ke 2 terdapat pada postur 3 yaitu duduk di atas kursi dengan ketinggian 20 cm dengan kontribusi otot yang mempengaruhi adalah otot VL dengan nilai indeks 0,70 untuk laki-laki dan 0,72 untuk perempuan. Nilai RMS tertinggi juga pada otot VL yaitu 90,65 μV untuk laki-laki dan 87,42 μV untuk perempuan. Otot VL dapat mempengaruhi gerak pada kaki yaitu gerakan *flexion* dan lutut *extension* (Criswell, 2011). Postur 3 sikap duduk nilai indeks yang tinggi diindikasikan dipengaruhi telapak kaki *dorsiflexion* dan lutut *flexion* 155°.
 5. Indeks simpangan nilai RMS dengan nilai risiko otot ke 1 terdapat pada postur 1 yaitu duduk di atas kursi dengan ketinggian 40 cm sebagai postur netral dengan nilai RMS tertinggi pada otot VL yaitu 27,59 μV dan perempuan 24,76 μV . Kondisi gerakan pada postur 1 adalah kondisi kaki tertopang, bobot tersebar merata, postur stabil, lutut membentuk sudut *flexion* 90°. Kaki adalah netral dan mengalami abduction, sedangkan tumit netral dan telapak kaki juga netral.



Postur	1	2	3	4	5
Deskripsi					
Kondisi Kaki	Tertopang	Tertopang	Tertopang	Tertopang	Tertopang
Bobot	Tersebar merata	Tersebar merata	Tersebar merata	Tersebar merata	Tersebar merata
Postur	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil	Stabil
Lutut	Flexion 90°	Flexion 90°	Flexion 155°	Flexion 45°	Flexion 165°
Kaki					
Netral / Medial	Netral	Netral	Netral	Medial	Netral
Abduction	Abduction	Abduction	Abduction	Abduction	Abduction
Tumit					
Netral / Dorsiflexion / Plantar flexion	Netral	Dorsiflexion	Dorsiflexion	Plantar flexion	Dorsiflexion
Telapak Kaki					
Netral / Eversion	Netral	Netral	Netral	Eversion	Netral
Grafik RMS					
Indeks Simpangan Nilai RMS	1	3	2	5	4

Gambar 3. Diskripsi Gerakan pada Postur Kerja Bagian Kaki

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gangguan bioelektrik otot pada tubuh bagian bawah pada postur kerja bagian kaki paling sering disebabkan karena terjadi indeks penyimpangan postur pada:

1. Bagian kaki mengalami gerakan *medial tracking* dan bagian tumit mengalami *plantar flexion* yang membuat otot VL angka indeksnya menjadi paling tinggi (Lin *et al.*, 2004).

2. Bagian lutut mengalami gerakan *flexion* 165° dan tumit *dorsiflexion* yang membuat otot TA angka indeksinya cukup tinggi.
3. Bagian lutut mengalami gerakan *flexion* sudut 90° , sudut 155° dan tumit *dorsiflexion* membuat otot VL angka indeksinya cukup tinggi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan duduk terus menerus sering terjadi sakit punggung bagian bawah dan perubahan menurun bagian *intervertebral disc* (Evan *et al.*, 1999). Althoff *et al.*, (1992) mendeskripsikan sandaran belakang pada kursi berpengaruh terhadap pengurangan penyusutan tulang belakang, contohnya kursi dengan dan tanpa sandaran belakang. Perubahan postur dan relaksasi pada bagian otot ekstensor dengan periode yang terus menerus diindikasikan dapat mencegah ketidaknyamanan selama duduk dalam waktu lama (Salewytch *et al.*, 1999).

Nilai ketidaknyamanan postur kerja bagian kaki untuk laki-laki dan perempuan ada kecenderungan sama dan laki-laki lebih besar daripada perempuan untuk setiap postur dan setiap otot.

Hasil penelitian ini dapat diterapkan untuk memberikan rekomendasi postur kerja yang dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal terutama pada bagian tangan dan kaki. Nilai risiko otot ditandai dengan indeks simpangan nilai RMS, dimana semakin besar nilai indeks simpangan (dibandingkan dengan postur netral) maka semakin besar pula (salah satu) aktivitas otot yang berpengaruh.

Hasil penelitian menunjukkan pada postur kerja bagian kaki nilai risiko otot VL, TA, BF terbesar, yaitu dengan kondisi kaki *flexion* 165°, kaki netral *abduction* sedangkan telapak adalah *dorsiflexion*. Postur kerja bagian kaki nilai risiko otot VM, GM, SO terbesar, yaitu dengan kondisi kaki *flexion* 45°, kaki *medial tracking* dan *abduction* sedangkan telapak adalah *plantar flexion*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Postur duduk dengan indeks nilai risiko otot tertinggi adalah: (1) bagian kaki mengalami gerakan *medial tracking* dan bagian tumit mengalami *plantar flexion* berpengaruh pada otot *vastus lateralis*, (2) Bagian lutut mengalami gerakan *flexion* 165° dan tumit *dorsiflexion* berpengaruh pada otot *tibialis anterior*, (3) bagian lutut mengalami gerakan *flexion* sudut 90° , sudut 155° dan tumit *dorsiflexion* berpengaruh pada otot *vastus*.
2. Skor risiko otot untuk setiap postur dan setiap otot pada postur kerja bagian tangan dan bagian kaki adalah sama dan laki-laki lebih besar daripada perempuan, hanya pada postur 3 (bagian tangan) yang berbeda untuk laki-laki otot FCU dan perempuan otot FCR.
3. Hasil penelitian ini dapat diterapkan untuk memberikan rekomendasi postur kerja yang dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal terutama pada bagian tangan dan bagian kaki. Nilai risiko otot ditandai dengan indeks simpangan nilai RMS, dimana semakin besar nilai indeks simpangan (dibandingkan dengan postur netral) maka semakin besar pula (salah satu) aktivitas otot yang berpengaruh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cifrek, M., Medved, V., Tonković, S., & Ostojić, S. (2009). Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics*, 24(4), 327–340. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.010>
- [2]. Criswell, E. (2011). *Cram's Introduction to Surface Electromyography. Training*. <http://doi.org/10.1002/car.1158>

- [3]. Kim, M. H., Yi, C. H., Yoo, W. G., & Choi, B. R. (2011). EMG and kinematics analysis of the trunk and lower extremity during the sit-to-stand task while wearing shoes with different heel heights in healthy young women. *Human Movement Science*, 30(3), 596–605. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2010.09.003>
- [4]. Lei, L., Dempsey, P. G., Xu, J., Ge, L., & Liang, Y. (2005). Risk factors for the prevalence of musculoskeletal disorders among chinese foundry workers, 35, 197–204. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.08.007>
- [5]. Lin, M. I., Liang, H. W., Lin, K. H., & Hwang, Y. H. (2004). Electromyographical assessment on muscular fatigue - An elaboration upon repetitive typing activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 661–669. <http://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.03.004>
- [6]. Luttmann, A., Jäger, M., & Laurig, W. (2000). Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(6), 645–660. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00053-0](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00053-0)